

## MANUFACTURE OF GLASS JOINED PIEZOELECTRIC SUBSTRATE

Patent Number: JP11340769  
 Publication date: 1999-12-10  
 Inventor(s): SHIMAMURA TETSUO; NISHIHARA KAZUNARI  
 Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD  
 Requested Patent: JP11340769  
 Application Number: JP19980140893 19980522  
 Priority Number(s):  
 IPC Classification: H03H3/08; H01L41/09; H03H3/02; H03H9/25  
 EC Classification:  
 Equivalents:

### Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a manufacturing method of a piezoelectric substrate used as material of an oscillator and a filter, etc., used in a mobile object communication equipment or the like, causing no breaking of the substrate owing to thermal stress during manufacturing process.

**SOLUTION:** The 64 deg.Y plate of lithium niobate is used as the material and soda-lime glass provided with the thermal expansion coefficient of about  $8-9 \times 10^{-6}$  is used as glass. A size is 3 inches in diameter and the lithium niobate of thickness 0.3 mm and the glass of the thickness 0.425 mm are selected for the respective thickness. The glasses are ground beforehand so that the each thickness becomes same and the surfaces of respective plates are mirror polished. The respective plates are sufficiently washed, dried and then piled up in a clean atmosphere. Then, they are heated for one hour in the atmosphere at  $130 \text{ deg.C} \pm 5 \text{ deg.C}$  in an oven, the thinned by surface grinding so that the thickness of the lithium niobate becomes 0.075 mm and finally heated at  $170 \text{ deg.} \pm 5 \text{ deg.C}$ .

Data supplied from the esp@cenet database - 12

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-340769

(43) 公開日 平成11年(1999)12月10日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I	
H 0 3 H	3/08	H 0 3 H	3/08
H 0 1 L	41/09		3/02 B
H 0 3 H	3/02		9/25 C
	9/25	H 0 1 L	41/08 C
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 10 頁)			

(21) 出願番号 特願平10-140893

(22) 出願日 平成10年(1998)5月22日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 島村 徹郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 西原 和成

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

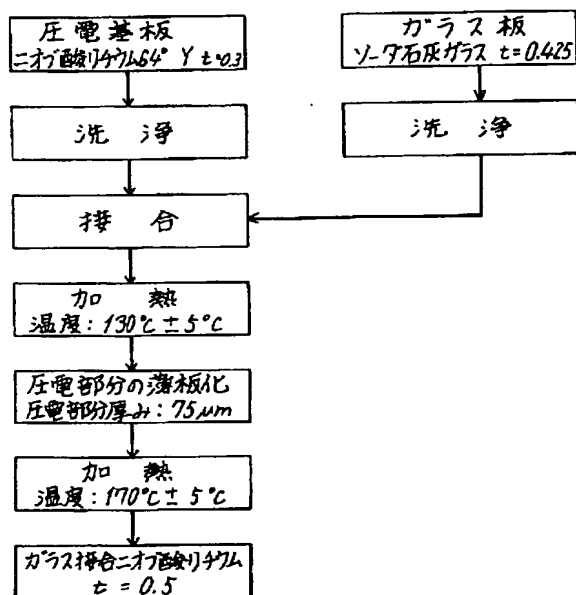
(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ガラス接合圧電基板の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は移動体通信機などで使用される発振子やフィルターなどの材料として用いられる圧電基板の製造方法に関するもので、製造プロセス中に熱応力によって割れることのない製造方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 材料として、ニオブ酸リチウムの64° Y板を用い、ガラスとして8〜9×10<sup>-6</sup>程度の熱膨張係数を持つソーダ石灰ガラスを用いる。サイズは3インチφ、それぞれの厚みはニオブ酸リチウムが0.3mm、ガラスは0.425mmのものを選んだ。ガラスはあらかじめ研磨して厚みを揃え、また、それぞれの板の表面は、鏡面研磨されている。それぞれの板は、十分に洗浄して乾燥させた後、清浄な雰囲気中で重ねあわせる。次に、オーブンで130℃±5℃で大気中で1時間加熱し、その後、ニオブ酸リチウムを厚みが0.075mmになるように平面研削により薄板化し、最後に170℃±5℃で加熱を行った。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 鏡面研磨したのち洗浄した圧電基板と洗浄したガラス板を接合し、接合体を作成する第一の工程と、その後上記接合体を加熱する第二の工程と、その後上記接合体の圧電基板部分を機械加工または化学加工により薄板化する第三の工程と、その後、上記接合体と加熱する第四の工程を備え、第四の工程の加熱温度を第二の工程の加熱温度よりも高くしたことを特徴とするガラス接合圧電基板の製造方法。

【請求項2】 第四の工程の後に、さらに接合体の圧電基板部分を機械加工または化学加工により薄板化する第五の工程と、さらにその後、上記接合体を加熱する第六の工程の両工程を少なくとも1回以上繰り返し所望の圧電基板の厚みを得る際に、前回の加熱温度よりも次の加熱温度を高くすることを特徴とする請求項1記載のガラス接合圧電基板の製造方法。

【請求項3】 第一の工程で用いるガラス板の厚みを、第一の工程で用いる圧電基板の厚みより、厚くすることを特徴とした請求項1または2記載のガラス接合圧電基板の製造方法。

【請求項4】 第一の工程で用いる圧電基板を、圧電性を有するイオン結合性の酸化物単結晶基板とすることを特徴とした請求項1または2記載のガラス接合圧電基板の製造方法。

【請求項5】 第五、第六の工程を少なくとも1回以上繰り返し、接合体の圧電基板部分を所望の厚みとした後に、上記接合体のガラス板部分を薄板化し、上記接合体の全体の厚みを所望のものとする第七の工程を備え、上記第七の工程における薄板化加工を、 $\#1000$ 以上の粗さの粒度をもった砥石を用いて平面研削することで行うことを特徴とした請求項2記載のガラス接合圧電基板の製造方法。

【請求項6】 第五、第六の工程を少なくとも1回以上繰り返し、接合体の圧電基板部分を所望の厚みとした後に、上記接合体のガラス板部分を薄板化し、上記接合体の全体の厚みを所望のものとする第七の工程を備え、上記第七の工程における薄板化加工を、 $\#1000$ 以上の粗さの粒度をもったアルミナまたはシリコンカーバイドの微粉を高速の空気とともに吹き付けることによって行うことを特徴とした請求項2記載のガラス接合圧電基板の製造方法。

【請求項7】 第一の工程で用いる圧電基板を、タンタル酸リチウムあるいはニオブ酸リチウムの $0^\circ \sim +45^\circ$ 回転Y板、または、タンタル酸リチウムあるいはニオブ酸リチウムの $135^\circ \sim 180^\circ$ 回転Y板とした場合に、上記第一の工程で用いるガラス板は熱膨張係数 $3 \times 10^{-6}$ 程度のガラス板を用い、上記圧電基板の厚みとこのガラスの厚みの比を $1:2$ 以上としたことを特徴とした請求項1または2記載のガラス接合圧電基板の製造方法。

【請求項8】 第一の工程で用いる圧電基板とガラスについて、この圧電基板の厚みとこのガラスの厚みの比を $1:2 \sim 1:4$ の場合は $120^\circ\text{C}$ 以下の温度で、また、 $1:4$ 以上の場合は $130^\circ\text{C}$ 以下の温度で加熱する第二の工程と、この第二の工程の後に、この接合体の圧電基板部分の厚みと接合体のガラス部分の厚みの比を $1:10 \sim 1:20$ となるように上記接合体の圧電基板の部分を薄板化する第三の工程と、この第三の工程の後にこの接合体を $130 \sim 150^\circ\text{C}$ で加熱する第四の工程と、この第四の工程の後に、この接合体の圧電基板部分の厚みと接合体のガラス部分の厚みの比を $1:20 \sim 1:40$ となるように上記接合体の圧電基板の部分を薄板化する第五の工程と、この第五の工程の後にこの接合体を $160^\circ\text{C}$ 以上で加熱する第六の工程を備えることを特徴とする請求項7記載のガラス接合圧電基板の製造方法。

【請求項9】 第一の工程で用いる圧電基板を、タンタル酸リチウムあるいはニオブ酸リチウムの $45^\circ \sim 135^\circ$ 回転Y板とした場合に、上記第一の工程で用いるガラス板は熱膨張係数 $3 \times 10^{-6}$ 程度のガラス板を用い、この圧電基板の厚みとこのガラスの厚みの比を $1:2$ 以上としたことを特徴とした請求項1または2記載のガラス接合圧電基板の製造方法。

【請求項10】 第一の工程で用いる圧電基板とガラスについて、この圧電基板の厚みとこのガラスの厚みの比を $1:4$ 程度とし、 $105^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ の温度で加熱する第二の工程と、この第二の工程の後に、この接合体の圧電基板部分の厚みと接合体のガラス部分の厚みの比を $1:10$ 程度となるように上記接合体の圧電基板の部分を薄板化する第三の工程と、この第三の工程の後にこの接合体を $130^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ で加熱する第四の工程と、この第四の工程の後に、この接合体の圧電基板部分の厚みと接合体のガラス部分の厚みの比を $1:13$ 程度となるように上記接合体の圧電基板の部分を薄板化する第五の工程と、この第五の工程の後にこの接合体を $150^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ で加熱する第六の工程と、この第六の工程の後に、この接合体の圧電基板部分の厚みと接合体のガラス部分の厚みの比を $1:20$ 程度となるように上記接合体の圧電基板の部分を薄板化する第七の工程と、この第七の工程の後にこの接合体を $160^\circ\text{C}$ 以上で加熱する第八の工程を備えることを特徴とする請求項9記載のガラス接合圧電基板の製造方法。

【請求項11】 第一の工程で接合する時の周囲の温度を、請求項1記載のガラス接合圧電基板の製造方法によって製造されたガラス接合圧電基板を用いて電子部品を作成する際の製造プロセスの雰囲気温度と等しくすることを特徴とするガラス接合圧電基板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は移動体通信機などで使用される発振子やフィルターなどの材料として用いら

れるガラス接合圧電基板の製造方法に関するものである。

#### 【0002】

【従来の技術】近年移動体通信分野の急速な普及により、限られた周波数の電波のなかにより多い回線容量を持たせようとする要求が高まっている。このため、受信側と送信側の使用する周波数帯域が近接し、また帯域幅を広くとろうとするようになってきた。したがって、各チャンネルを分離するフィルター素子も、温度に対する周波数の変化が小さく、しかも帯域幅が広いものが求められるようになってきた。

【0003】ここで用いられるフィルター素子を作る材料としては、水晶や、ニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウムといった圧電性の結晶を用いることができるが、このような圧電性の材料は、一般的に帯域幅を広くとれる材料は温度に対する周波数変化が大きくなる性質を持っている。この問題を解決するために、熱膨張係数の小さいガラスと圧電性の結晶を貼り合わせた材料を用いてフィルター素子を作成することにより温度に対する周波数変化を小さく抑える方法が提案されている（特開平6-326553号公報参照）。

【0004】この場合、温度に対する周波数変化をより効果的に改善するためには、互いの熱膨張係数の差がなるべく大きくなるように、ガラスを選択するとよい。つまり、熱膨張係数がなるべく小さいガラスを選択するとよいのである。また、ガラスと比較して圧電結晶基板の厚みを非常に薄くすることで、大きな改善効果が得られることが期待される。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、ガラスと、タンタル酸リチウムやニオブ酸リチウムなどイオン結合性の酸化物単結晶基板を直接接合してガラス接合圧電基板を作成した場合、加熱温度は160℃以上が必要である。これは、このガラス接合圧電基板がフィルター素子作成プロセス、例えばスパッタリング工程やフォトリソ工程、ダイシング工程などで問題をおこさないために必要な強度を得る最低の加熱温度で、経験的に求められたものである。また、素子の信頼性を得るためにもさらに高い温度で加熱し、接合強度を増す必要がある。

【0006】ところが、ガラスと圧電結晶の基板を貼りあわせる工程に加熱工程を含む場合、熱膨張係数の差が大きいと貼りあわせる基板が加熱中に大きくそり、割れてしまう。例えば、ガラスとして $3 \times 10^{-6}$ 程度の熱膨張係数を持った厚み1mmのほうけい酸ガラスを用い、圧電結晶基板として厚みが0.25mmのタンタル酸リチウムの36°Y板を用いると、140℃以上の温度をかけると割れてしまう。この場合は、ガラスのほうがタンタル酸リチウムより強度が弱いために、ガラスが割れる。

【0007】したがって、圧電結晶板とガラス板の厚み

の比を大きくとることになる。ところが、例えば、1mmのほうけい酸ガラスと0.025mmのタンタル酸リチウムを貼りあわせると、150℃以上の加熱温度で、この場合はタンタル酸リチウムが割れる。温度を上昇させる間に、接着力が応力に負けてタンタル酸リチウムが局部的に剥がれてしまい、しわがよったような状態になる。その変形の際に割れるのである。この現象は、タンタル酸リチウム基板が厚いと変形に大きなエネルギーを要するために発生しないが、薄くなるとこの変形に必要なエネルギーが小さくなり剥がれやすくなるために発生する。

【0008】以上のことから、フィルター製造の材料として一般に流通しているサイズ、具体的には、3インチφで厚み0.35mm～0.5mmといったサイズのガラス接合圧電基板で、特に圧電基板部分の厚みが50μm以下といった非常に薄いものを作成することは困難であった。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために本発明は、ガラス接合圧電基板の製造方法として、鏡面研磨したのち洗浄した圧電基板と洗浄したガラス板を接合し、接合体を作成する第一の工程と、その後上記接合体を加熱する第二の工程と、その後上記接合体の圧電基板部分を機械加工または化学加工により薄板化する第三の工程と、その後、上記接合体と加熱する第四の工程を備え、第四の工程の加熱温度を第二の工程の加熱温度よりも高くしたものである。この発明によれば、3インチφで厚み0.35mm～0.5mmといったサイズのガラス接合圧電基板を作成することができる。

【0010】理由は次の通りである。ガラスと圧電基板を接合し、ガラスが割れない程度の温度で加熱して接合力を高めておき、ガラスに接合された状態で圧電基板部分を薄くする。圧電基板部分が薄くなることで、加熱中の応力が低減され、ガラスが割れてしまう限界の温度が高くなる。また、先の加熱工程で接合力を高めてあるので、加熱中にかかる応力に対して接着力が負けることがないため圧電基板部分が薄くても、圧電基板部分が剥がれて割れてしまうことも防げるのである。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1記載の発明は、鏡面研磨したのち洗浄した圧電基板と洗浄したガラス板を接合し、接合体を作成する第一の工程と、その後上記接合体を加熱する第二の工程と、その後上記接合体の圧電基板部分を機械加工または化学加工により薄板化する第三の工程と、その後、上記接合体と加熱する第四の工程を備え、第四の工程の加熱温度を第二の工程の加熱温度よりも高くしたものであり、圧電基板部分が薄くなることで、加熱中の応力が低減され、ガラスが割れてしまう限界の温度が高くなり、また、先の加熱工程で接合力を高めてあるので、加熱中にかかる応力に対して接着

力が負けることがないため圧電基板部分が薄くても、圧電基板部分が剥がれて割れてしまうことも防げることから、ガラスや圧電基板をプロセス中に割ることなく、ガラス接合圧電基板を作成することができるという作用を有する。

【0012】請求項2記載の発明は、上記第四の工程の後に、さらに上記接合体の圧電基板部分を機械加工または化学加工により薄板化する第五の工程と、さらにその後、上記接合体を加熱する第六の工程の両工程を少なくとも1回以上繰り返して所望の圧電基板の厚みを得る際に、前回の加熱温度よりも次の加熱温度を高くすることを特徴とする請求項1記載のガラス接合圧電基板の製造方法である。圧電基板部分を薄くした後に、圧電基板部分あるいは、ガラスを割らない程度の温度で加熱して接着力を高め、さらに圧電基板部分を薄くするというプロセスを繰り返すことで、圧電基板部分がガラス部分と比較して非常に薄いガラス接合圧電基板を作成できるという作用を有する。

【0013】請求項3に記載の発明は、第一の工程で用いるガラス板の厚みを、第一の工程で用いる圧電基板の厚みより、厚くすることを特徴とした請求項1または2記載のガラス接合圧電基板の製造方法であり、接合後に加熱する第二の工程における加熱温度をできるだけ高いものとできるので、請求項1と同様の作用を有する。

【0014】請求項4に記載の発明は、上記第一の工程で用いる圧電基板を、圧電性を有するイオン結合性の酸化物単結晶基板とすることを特徴とした請求項1または2記載のガラス接合圧電基板の製造方法であり、現在、フィルター素子などを製造する材料として用いられるイオン結合性の酸化物単結晶基板を用いて、ガラス接合圧電基板を作成することができるという作用を有する。

【0015】請求項5に記載の発明は、上記第五、第六の工程を繰り返し、上記接合体の圧電基板部分を所望の厚みとした後に、上記接合体のガラス板部分を薄板化し、上記接合体の全体の厚みを所望のものとする第七の工程を備え、上記第七の工程における薄板化加工を、 $\#1000$ 以上の粗さの粒度をもった砥石を用いて平面研削することで行うことを特徴とした請求項2記載のガラス接合圧電基板の製造方法であり、このガラス接合圧電基板の全体厚みを所望のものとするとともに、裏面の表面粗さを粗くすることで裏面からの反射波を抑え、この基板を用いて作成した表面弾性波フィルター素子の特性を向上させる作用を有する。

【0016】請求項6に記載の発明は、上記第五、第六の工程を繰り返し、上記接合体の圧電基板部分を所望の厚みとした後に、上記接合体のガラス板部分を薄板化し、上記接合体の全体の厚みを所望のものとする第七の工程を備え、上記第七の工程における薄板化加工を、 $\#1000$ 以上の粗さの粒度をもったアルミナまたはシリコンカーバイドの微粉を高速の空気とともに吹き付ける

ことによって行うことを特徴とした請求項4記載のガラス接合圧電基板の製造方法であり、このガラス接合圧電基板の全体厚みを所望のものとするとともに、裏面の表面粗さを粗くすることができ請求項5と同様の作用を有する。

【0017】請求項7に記載の発明は、上記第一の工程で用いる圧電基板を、タンタル酸リチウムあるいはニオブ酸リチウムの $0 \sim +45^\circ$  回転Y板、または、タンタル酸リチウムあるいはニオブ酸リチウムの $135^\circ \sim 180^\circ$  回転Y板とした場合に、上記第一の工程で用いるガラス板は熱膨張係数 $3 \times 10^{-6}$ 程度のガラス板を用い、上記圧電基板の厚みとこのガラスの厚みの比を1:2以上としたことを特徴とした請求項1または2記載のガラス接合圧電基板の製造方法であり、タンタル酸リチウムあるいはニオブ酸リチウムの $0 \sim +45^\circ$  回転Y板、または、タンタル酸リチウムあるいはニオブ酸リチウムの $135^\circ \sim 180^\circ$  回転Y板とした場合に、加熱と薄板化の両工程を3回繰り返すことで、ガラス接合圧電基板を作成することができるという作用を有する。

【0018】請求項8に記載の発明は、上記第一の工程で用いる圧電基板とガラスについて、この圧電基板の厚みとこのガラスの厚みの比を1:2 $\sim$ 1:4の場合は $120^\circ\text{C}$ 以下の温度で、また、1:4以上の場合は $130^\circ\text{C}$ 以下の温度で加熱する第二の工程と、この第二の工程の後に、この接合体の圧電基板部分の厚みと接合体のガラス部分の厚みの比を1:10 $\sim$ 1:20となるように上記接合体の圧電基板の部分を薄板化する第三の工程と、この第三の工程の後にこの接合体を $130 \sim 150^\circ\text{C}$ で加熱する第四の工程と、この第四の工程の後に、この接合体の圧電基板部分の厚みと接合体のガラス部分の厚みの比を1:20 $\sim$ 1:40となるように上記接合体の圧電基板の部分を薄板化する第五の工程と、この第五の工程の後にこの接合体を $160^\circ\text{C}$ 以上で加熱する第六の工程を備えることを特徴とする請求項8記載のガラス接合圧電基板の製造方法であり、タンタル酸リチウムあるいはニオブ酸リチウムの $0 \sim +45^\circ$  回転Y板、または、タンタル酸リチウムあるいはニオブ酸リチウムの $135^\circ \sim 180^\circ$  回転Y板とした場合に、ガラス部分に対してこの圧電基板部分の厚みを非常に薄いガラス接合圧電基板を作ることができるという作用を有する。

【0019】請求項9に記載の発明は、上記第一の工程で用いる圧電基板を、タンタル酸リチウムあるいはニオブ酸リチウムの $45^\circ \sim 135^\circ$  回転Y板とした場合に、上記第一の工程で用いるガラス板は熱膨張係数 $3 \times 10^{-6}$ 程度のガラス板を用い、この圧電基板の厚みとこのガラスの厚みの比を1:2以上としたことを特徴とした請求項1 $\sim$ 6記載のガラス接合圧電基板の製造方法であり、タンタル酸リチウムあるいはニオブ酸リチウムの $45^\circ \sim 135^\circ$  回転Y板とした場合に、ガラス接合圧電基板を作成することができるという作用を有する。

【0020】請求項10に記載の発明は、上記第一の工程で用いる圧電基板とガラスについて、この圧電基板の厚みとこのガラスの厚みの比を1:4程度とし、100℃程度の温度で加熱する第二の工程と、この第二の工程の後に、この接合体の圧電基板部分の厚みと接合体のガラス部分の厚みの比を1:10程度となるように上記接合体の圧電基板の部分の薄板化する第三の工程と、この第三の工程の後にこの接合体を130℃程度で加熱する第四の工程と、この第四の工程の後に、この接合体の圧電基板部分の厚みと接合体のガラス部分の厚みの比を1:13程度となるように上記接合体の圧電基板の部分の薄板化する第五の工程と、この第五の工程の後にこの接合体を150℃程度で加熱する第六の工程と、この第六の工程の後に、この接合体の圧電基板部分の厚みと接合体のガラス部分の厚みの比を1:20程度となるように上記接合体の圧電基板の部分の薄板化する第七の工程と、この第七の工程の後にこの接合体を160℃以上で加熱する第八の工程を備えることを特徴とする請求項9記載のガラス接合圧電基板の製造方法であり、熱膨張係数が非常に大きいタンタル酸リチウムあるいはニオブ酸リチウムの45°～135°回転Y板とした場合でも、加熱と薄板化の両工程を4回繰り返すことで、圧電基板部分のきわめて薄いガラス接合圧電基板を作成できるという作用を有する。

【0021】請求項11に記載の発明は、上記第一の工程で接合する時の周囲の温度を、上記工程で作成したガラス接合圧電基板を使用してデバイスを作成する製造プロセスの雰囲気温度と等しくすることを特徴とする請求項1または2記載のガラス接合圧電基板の製造方法であり、上記工程で作成したガラス接合圧電基板を使用して電子部品を作成する製造プロセスにおける歩留まりを向上する作用を有する。理由は次の通りである。第一の工程で圧電基板とガラス板を積層し貼り合わせをすると、この状態ですでに通常の取扱では剥がれない程度の接合力を持っているので加熱中も両者の面が滑ることなく、そった状態で接合強度があがり、加熱が終了して温度が先に貼り合わせたときの温度に戻ると、もとに戻るものである。すなわち、この温度で応力がゼロとなる。したがって上記工程で作成したガラス接合圧電基板を使用して電子部品を作成する製造プロセスの温度が、第一の工程で接合をした際の温度と違っていると、電子部品を作成する製造プロセス中に、このガラス接合圧電基板のそり、内部の応力は非常に大きいものとなり、この電子部品を作成する歩留まりに影響を与えるからである。

【0022】以下、具体例について詳細に述べる。図1は、本発明の製造方法に従って作成したガラス接合ニオブ酸リチウム基板の斜視図を示す。図2は、本発明の製造方法に従って作成したガラス接合ニオブ酸リチウム基板の断面図を示す。1はニオブ酸リチウム64°Y板で厚みは75μmであり、2はソーダ石灰ガラスで厚みは

0.425mmであり、総厚みは0.5mmである。図3はこのガラス接合圧電基板の製造工程を示す。材料として、ニオブ酸リチウム64°Y板を用い、ガラスとして8～9×10<sup>-6</sup>程度の熱膨張係数を持つソーダ石灰ガラスを用いる。サイズは3インチφ、それぞれの厚みはニオブ酸リチウムが0.3mm、ガラスは0.425mmのものを選んだ。ガラスはあらかじめ研磨して厚みを揃えたものを使用している。また、それぞれの板の表面は、鏡面研磨されている。表面粗さがRaで1nm以下であることが望ましい。

【0023】それぞれの板は、十分に洗浄して乾燥させた後、清浄な雰囲気中で重ねあわせる。すると、表面間の引力により自然にはりつく。これが、図3における接合工程である。この状態でも通常の取扱では剥がれない程度の接着力が得られる。この接合工程における環境の温度は25℃で行った。

【0024】次に、オーブンで130℃±5℃で大気中で1時間加熱した。140℃で加熱すると、ガラスが割れてしまう。また、後の工程でニオブ酸リチウムが割れないようにするには、100℃以上が望ましい。

【0025】次に、ニオブ酸リチウムを厚みが0.075mmになるように平面研削により薄板化する。なお、平面研削を行うにあたって、この接合体は、真空吸着など温度のかからない方式で定盤に固定して加工することが望ましい。また、真空吸着する定盤も、多孔質のセラミックスなどを用いウエハ全面を均一に吸着させることが望ましい。この時、定盤は加工を行う砥石と平行がでている必要があるが、適切に調整されていれば、面内の厚みばらつきは1μm以内に抑えることができる。また、この時のニオブ酸リチウムの研削はガラス側の面を基準に行うこととなるので、最初に用いるガラスの厚みばらつきをできるだけ抑えることが、ニオブ酸リチウム部分の厚みばらつきを抑えることにつながる。したがって、最初に用いるガラス板も、平面研削によって、第一の工程で接合する面と対向する面を、加工することで面内の厚みばらつきを1μm以下に抑えておくとなおよい。

【0026】これによって総厚みは0.5mmとなる。最後に170℃±5℃で加熱を行った。この場合も、180℃まで温度を上げてしまうとガラスが割れてしまう。こうして、3インチφで0.5mm厚みのガラス接合ニオブ酸リチウム基板が完成した。

【0027】この例の場合、ガラスの熱膨張係数が比較的大きいので温度特性の改善効果は2/3程度と小さい。そこで、材料として、熱膨張係数が小さいガラスを用い、また圧電基板部分をさらに薄くすることで、大きな改善効果を期待することができる。

【0028】図4に本発明の製造方法で作成したガラス接合タンタル酸リチウム基板の断面図を示す。図5はこのガラス接合タンタル酸リチウムを作成する製造工程を

示している。3はタンタル酸リチウム36° Y板で厚みは25 $\mu$ mであり、4は、ほうけい酸ガラスで厚みは0.325mmであり、総厚みは0.35mmである。

【0029】材料としては、タンタル酸リチウム36° Y板を用いる。ガラスは $3 \times 10^{-6}$ 程度の熱膨張係数を持ったほうけい酸ガラスを用いる。サイズは3インチ $\phi$ 、それぞれの厚みはタンタル酸リチウムが0.25mm、ガラスは1mmのものを選んだ。ガラスはあらかじめ研磨して厚みを揃えたものを使用している。また、それぞれの板の表面は、鏡面研磨されている。表面粗さがRaで1nm以下であることが望ましい。

【0030】それぞれの板は、十分に洗浄して乾燥させた後、清浄な雰囲気中で重ねあわせる。すると、表面間の引力により自然にはりつく。これが、図4における接合工程である。この状態でも通常の取扱では剥がれない程度の接着力が得られる。この接合工程における環境の温度は25℃で行った。

【0031】次に、オーブンで120℃ $\pm$ 5℃で大気中で1時間加熱した。140℃で加熱すると、ガラスが割れてしまう。また、後の工程でタンタル酸リチウムが割れないようにするには、100℃以上が望ましい。

【0032】次に、タンタル酸リチウムを厚みが0.1mmになるように平面研削により薄板化する。

【0033】その後、150℃ $\pm$ 5℃で加熱を行った。この場合も、160℃まで温度を上げてしまうとガラスが割れてしまう。また、タンタル酸リチウムを50 $\mu$ m以下まで薄く加工するためには140℃以上の加熱温度が必要である。例えば130℃の加熱の後にタンタル酸リチウムを50 $\mu$ mまで研削して薄くしようとすると、外周部から剥がれる部分が発生する。

【0034】次に、タンタル酸リチウムを50 $\mu$ mまで平面研削により薄板化する。この薄板化工程の後に180℃で加熱を行う。これにより、接着強度は十分にとれる。

【0035】その後、このガラス接合圧電基板のタンタル酸リチウム側の表面を片面研磨によって鏡面に仕上げる。最終のタンタル酸リチウム部分の厚みが25 $\mu$ mなので、25 $\mu$ m削る必要がある。この際#2000程度の研磨材を用いて20 $\mu$ m片面研磨を行った後に5 $\mu$ m程度鏡面研磨するように工程を組んだほうが加工時間を短縮できる。片面研磨のかわりに平面研削を用いてもかまわないが、その場合、研削によって引き起こされた加工ひずみを鏡面研磨によって十分除去する必要がある。この鏡面研磨により、表面弾性波フィルターに必要な無歪みで平滑な表面を得る。表面粗さはRaで1nm以下が望ましい。

【0036】この状態で全体厚みは1.025mmである。この厚みでも使えないことはないが、一般に流通している圧電基板の厚みに揃えるために、ガラス側を0.675mm平面研削によって削り、全体厚みを0.35

とする。

【0037】この時に使用する砥石を#1000以上の粒度をもったものを使用することで、裏面の表面粗さを粗くしあげることができる。このように砥石を選ぶことで、表面弾性波素子を作成した際に問題となる裏面からの反射波を減衰させることができる。

【0038】もちろん、片面研磨で厚みをそろえてもかまわない。また、シリコンカーバイドなどの微粉を高速の空気とともに吹き付け加工する方法もある。この場合も、#1000以上の粒度の粉体を用いることで裏面の表面粗さを粗くしあげることができる。このように粉体を選ぶことで、表面弾性波素子を作成した際に問題となる裏面からの反射波を減衰させることができる。

【0039】このように、作成したガラス接合タンタル酸リチウム基板で表面弾性波フィルターを作成して評価したところ、温度に対する周波数変化はもとの、タンタル酸リチウム基板の周波数変化に対して1/10程度に抑えられ、とくに、常温付近の変動がほぼフラットとなる良好な特性が得られた。

【0040】この場合では、タンタル酸リチウム36° Yウエハを用いたが、このウエハは熱膨張係数がx軸方向については $16 \times 10^{-6}$ 程度と大きい、面内でこの軸と直交するz軸方向は $8 \times 10^{-6}$ 程度と小さい。ニオブ酸リチウム64° Yウエハは、x軸方向が $15 \times 10^{-6}$ 程度で、z軸方向も $14 \times 10^{-6}$ 程度と両方とも大きい。このニオブ酸リチウム64° Yウエハと熱膨張係数が $3 \times 10^{-6}$ 程度のほうけい酸ガラスと接合し、圧電基板部分を薄板化するにはさらに条件を変更する必要がある。

【0041】この場合の製造工程を図6に示す。材料としては、圧電基板としてニオブ酸リチウム64° Y板を用いる。ガラスは $3 \times 10^{-6}$ 程度の熱膨張係数を持ったほうけい酸ガラスを用いる。サイズは3インチ $\phi$ 、それぞれの厚みはタンタル酸リチウムが0.2mm、ガラスは1mmのものを選んだ。ガラスはあらかじめ研磨して厚みを揃えたものを使用している。また、それぞれの板の表面は、鏡面研磨されている。表面粗さがRaで1nm以下であることが望ましい。

【0042】それぞれの板は、十分に洗浄して乾燥させた後、清浄な雰囲気中で重ねあわせる。すると、表面間の引力により自然にはりつく。これが、図6における接合工程である。この状態でも通常の取扱では剥がれない程度の接着力が得られる。この接合工程における環境の温度は25℃で行った。

【0043】次に、オーブンで105℃ $\pm$ 5℃で大気中で1時間加熱した。120℃で加熱すると、ガラスが割れてしまう。また、後の工程でタンタル酸リチウムが割れないようにするには、100℃以上が望ましい。

【0044】次に、タンタル酸リチウムを厚みが0.1mmになるように平面研削により薄板化する。

【0045】次に130℃±5℃で加熱を行った。この場合、150℃まで温度を上げてしまうとニオブ酸リチウムが割れてしまう。また、ニオブ酸リチウムを75μm程度まで薄く加工するためには120℃以上の加熱温度が必要である。例えば100℃の加熱の後にタンタル酸リチウムを75μmまで研削して薄くしようとすると、外周部から剥がれる部分が発生する。

【0046】次に、ニオブ酸リチウムを75μmまで平面研削により薄板化する。次に150℃±5℃で加熱を行った。この場合、160℃まで温度を上げてしまうとガラスが割れてしまう。また、ニオブ酸リチウムを50μm以下まで薄く加工するためには140℃以上の加熱温度が必要である。例えば130℃の加熱の後にタンタル酸リチウムを50μmまで研削して薄くしようとすると、外周部から剥がれる部分が発生する。

【0047】この薄板化工程の後に180℃で加熱を行う。これにより、接着強度は十分にとれる。

【0048】最後にこのガラス接合圧電基板のタンタル酸リチウム側の表面を片面研磨によって鏡面に仕上げる。最終のタンタル酸リチウム部分の厚みが25μmなので、25μm削る必要がある。この際#2000程度の研磨材を用いて20μm片面研磨を行った後に5μm鏡面研磨するように工程を組んだほうが加工時間を短縮できる。片面研磨のかわりに平面研削を用いてもかまわないが、その場合、研削によって引き起こされた加工ひずみを鏡面研磨によって十分除去する必要がある。この鏡面研磨により、表面弾性波フィルターに必要な無歪みで平滑な表面を得る。表面粗さはRaで1nm以下が望ましい。

【0049】この状態で全体厚みは1.025mmである。この厚みでも使えないことはないが、一般に流通している圧電基板の厚みに揃えるために、ガラス側を0.675mm平面研削によって削り、全体厚みを0.35とする。

【0050】この時に使用する砥石を#1000以上の粒度をもったものを使用することで、裏面の表面粗さを粗くしあげることができる。このように砥石を選ぶことで、表面弾性波素子を作成した際に問題となる裏面からの反射波を減衰させることができる。

【0051】もちろん、片面研磨で厚みを揃えてもかまわない。また、シリコンカーバイドなどの微粉を高速の空気とともに吹き付け加工する方法もある。この場合も、#1000以上の粒度の粉体を用いることで裏面の表面粗さを粗くしあげることができる。このように粉体を選ぶことで、表面弾性波素子を作成した際に問題となる裏面からの反射波を減衰させることができる。

【0052】なお、以上にあげた三つの例において、最初に接合を行う時の雰囲気温度を25℃としたが、完

成したウエハで素子を作成する際の製造工程における雰囲気と同じ温度であることが望ましい。この温度で応力がゼロとなるからである。たとえば、30℃の環境で接合したウエハを完成させ、このウエハを用いて素子を作成する製造工程が20℃であったとすると、10℃の温度差があるので、熱応力が発生し、ガラス側からみて凸になるようにウエハが大きくそってしまう。この状態で素子の製造プロセスを通すと歩留まりに影響を与える可能性がある。

10 【0053】以上の実験について、熱応力解析を施すと、材料の組み合わせと厚みの比が上記の材料と同じであれば同様の条件でできることが予測される。また、ニオブ酸リチウム、あるいはタンタル酸リチウムの0～45°および、135°～180°回転Y板であれば、上記の2番目の例と同様の条件で製造が可能であり、また、45°～135°回転Y板であれば、上記の3番目の例と同様の条件で製造が可能であることがわかった。

20 【0054】試みに、41°Yニオブ酸リチウムを用いて、上記2番目の例と同様に製造したところ、割れることなくガラス接合圧電ニオブ酸リチウムを作成することができた。

【0055】

【発明の効果】以上のように、本発明は、ガラス接合圧電基板の製造方法として、鏡面研磨したのち洗浄した圧電基板と洗浄したガラス板を接合し、接合体を作成する第一の工程と、その後に上記接合体を加熱する第二の工程と、その後上記接合体の圧電基板部分を機械加工または化学加工により薄板化する第三の工程と、その後、上記接合体と加熱する第四の工程を備え、第四の工程の加熱温度を第二の工程の加熱温度よりも高くすることにより、3インチφで厚み0.35mm～0.5mmといったサイズのガラス接合圧電基板を作成することができるようにしたものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によって作成されたガラス接合圧電基板の一例を示す斜視図

【図2】本発明によって作成されたガラス接合圧電基板の一例を示す断面図

【図3】本発明のガラス接合圧電基板製造方法の工程図

40 【図4】本発明によって作成されたガラス接合圧電基板の一例を示す断面図

【図5】本発明のガラス接合圧電基板製造方法の工程図

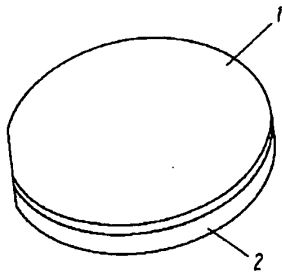
【図6】本発明のガラス接合圧電基板製造方法の工程図

【符号の説明】

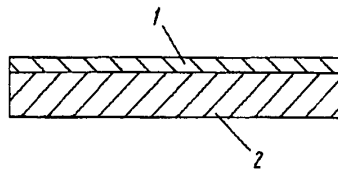
- 1 圧電体
- 2 ガラス
- 3 圧電体
- 4 ガラス



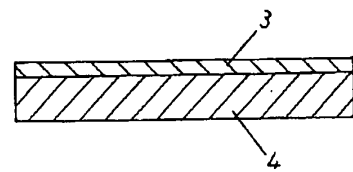
【図1】



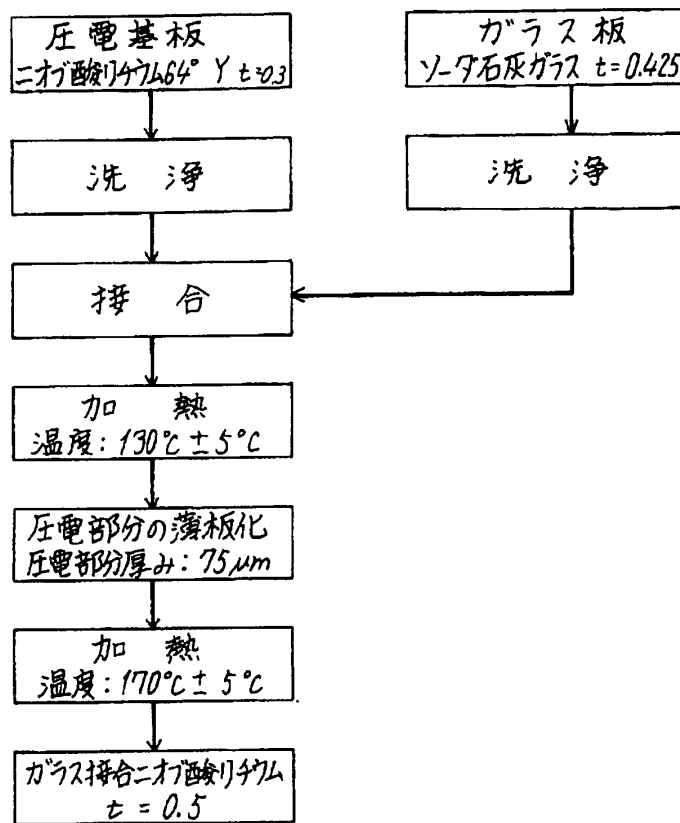
【図2】



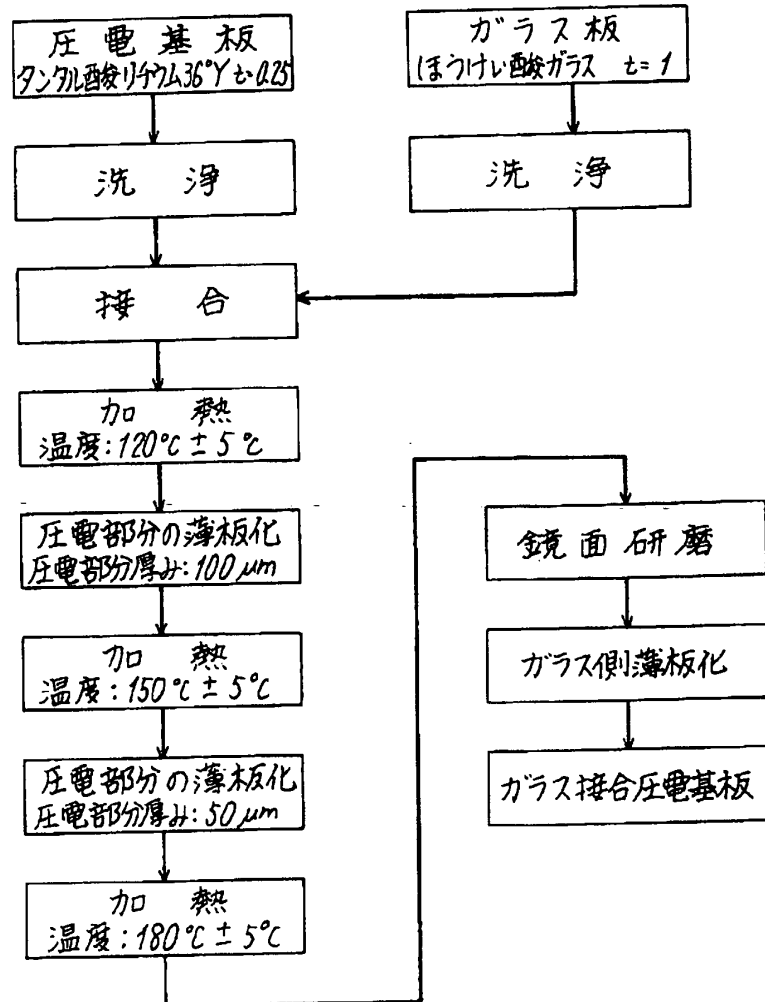
【図4】



【図3】



【図5】



【図6】

